

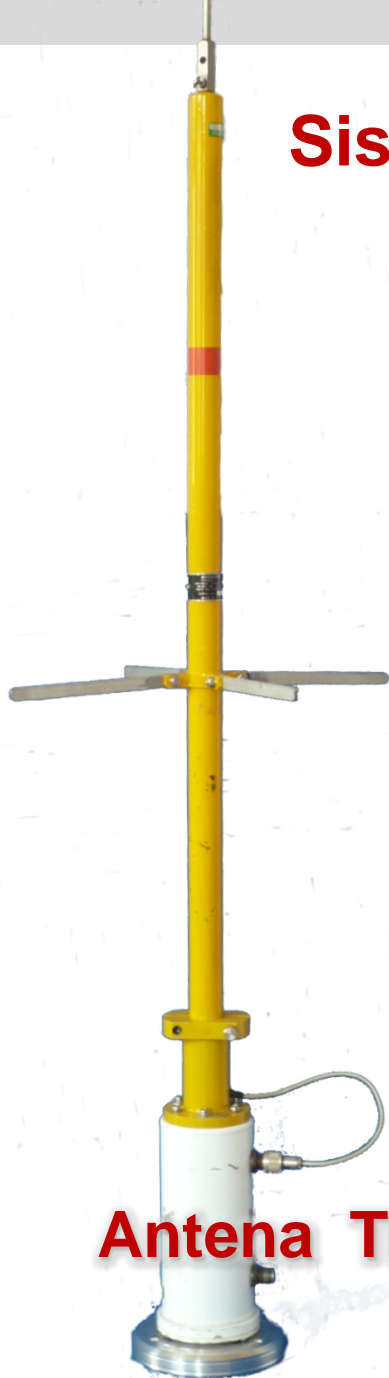


# Evolución de los Sistemas Globales de Navegación por Satélite GNSS aplicados a la Geomática

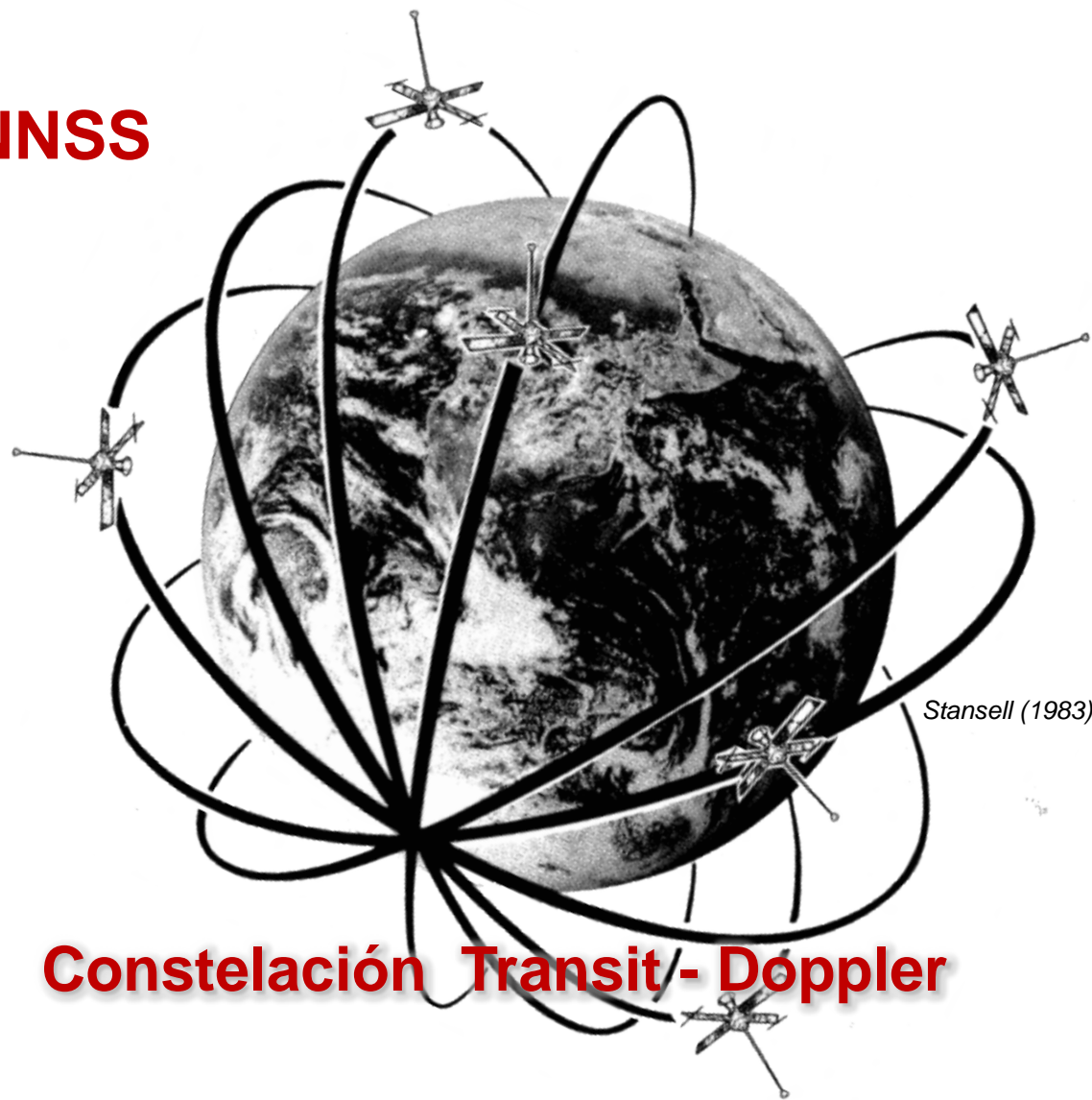
**Juan F. Prieto**

ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía – Universidad Politécnica de Madrid

# Sistema NNSS



**Antena Transit - Doppler**

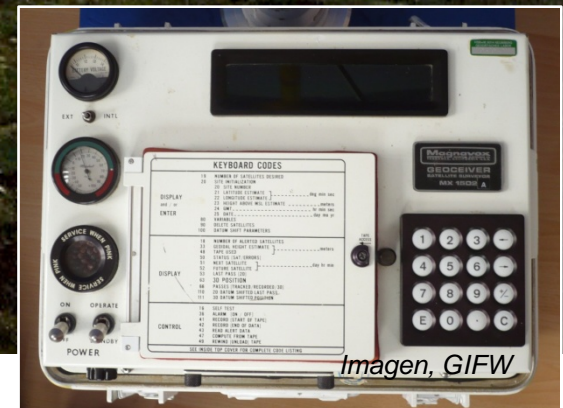


**Constelación Transit - Doppler**



# Sistema NNSS

- Observación “Estática”
- Varios “pasos de satélite”
- “Post-proceso”
- “Translocación”
- Precisión posicionamiento absoluto
- Usuarios “expertos”





# Sistema GPS

- Sin coste directo
- Efemérides transmitidas
- Posición instantánea
- Alta precisión
- Más de 24 SV's

**Constelación NAVSTAR**

*Imagen, Scott Ehardt*



# Sistema GPS

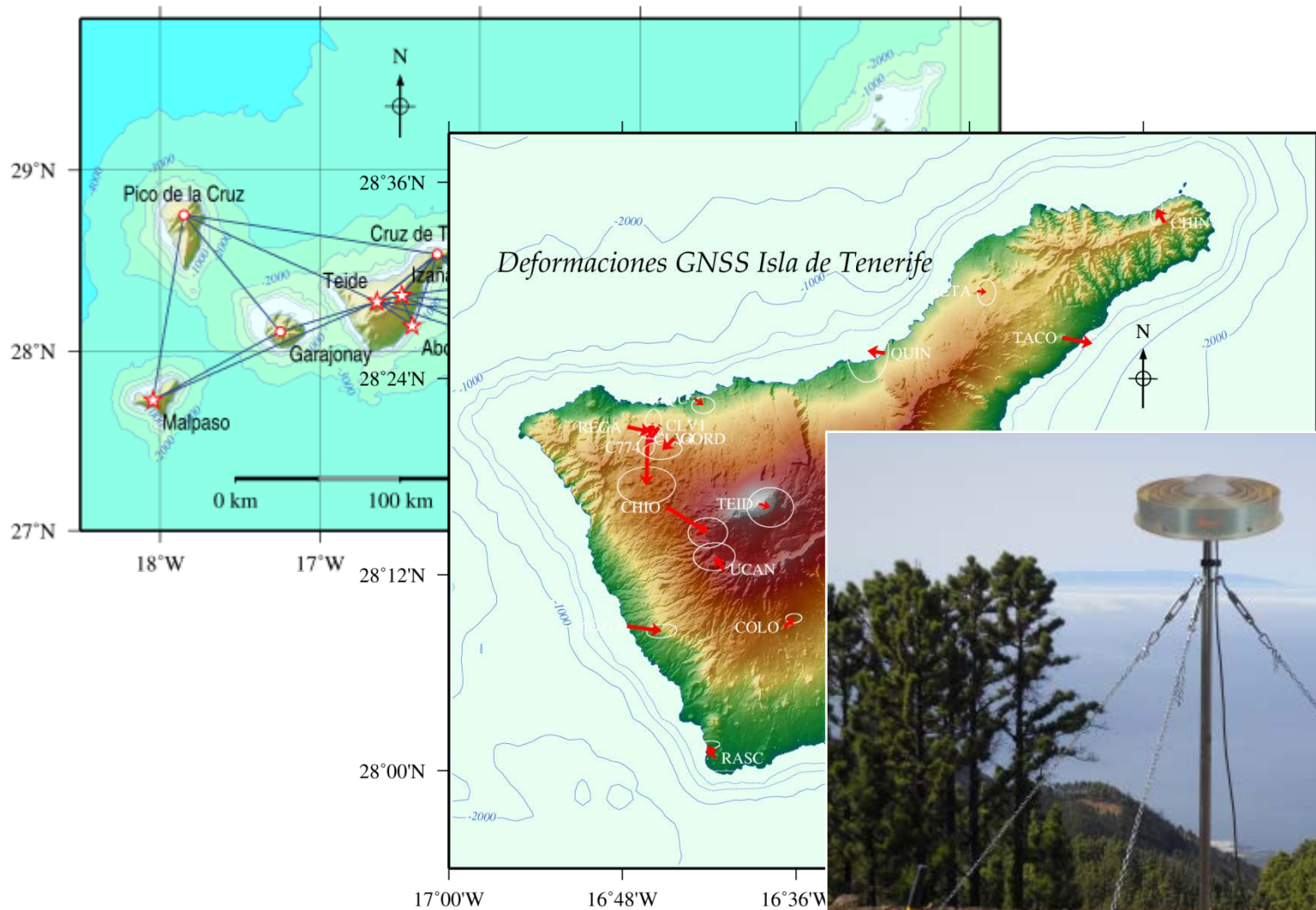
## Primeros métodos de posicionamiento

CARACTERISTICAS DE LOS METODOS DE TRABAJO CON GNSS				
Método	Número mín. satélites	Tiempo de observación	Precisión típica	Otras característica
Estático	4	Varias horas	5 mm + 1 ppm	Bifrecuencia. Sin límite. Relativo
Estático-Rápido	4	5-20 minutos	1cm + 1 ppm	Límite 20 km. Relativo
Cinemático	4	1 época	2 cm + 2 ppm	Límite 15 Km. Reinicialización si hay pérdida de señal. Relativo
Cinemático en tiempo real (RTK)	4 (OTF 5)	2-3 épocas	2 cm + 2 ppm	Límite en función sistema comunicaciones. Algoritmo 40 km. Reinicialización si hay pérdida de señal. Relativo
Diferencial (DGPS)	3D:4	1 posición/segundo	Post-pro: 30-40 cm, TR: 50-60 cm	Recepción de correcciones diferenciales o postproceso de las mismas. Relativo
Autónomo (SPP)	3D:4	1 posición/segundo	Con SA: 100 m. Sin SA: 4-10 m	Sólo un receptor

Prieto, 1999

# Métodos Estáticos

## Geodesia y Geodinámica





# Sistema GPS

## Evolución de equipos

12+12 canales



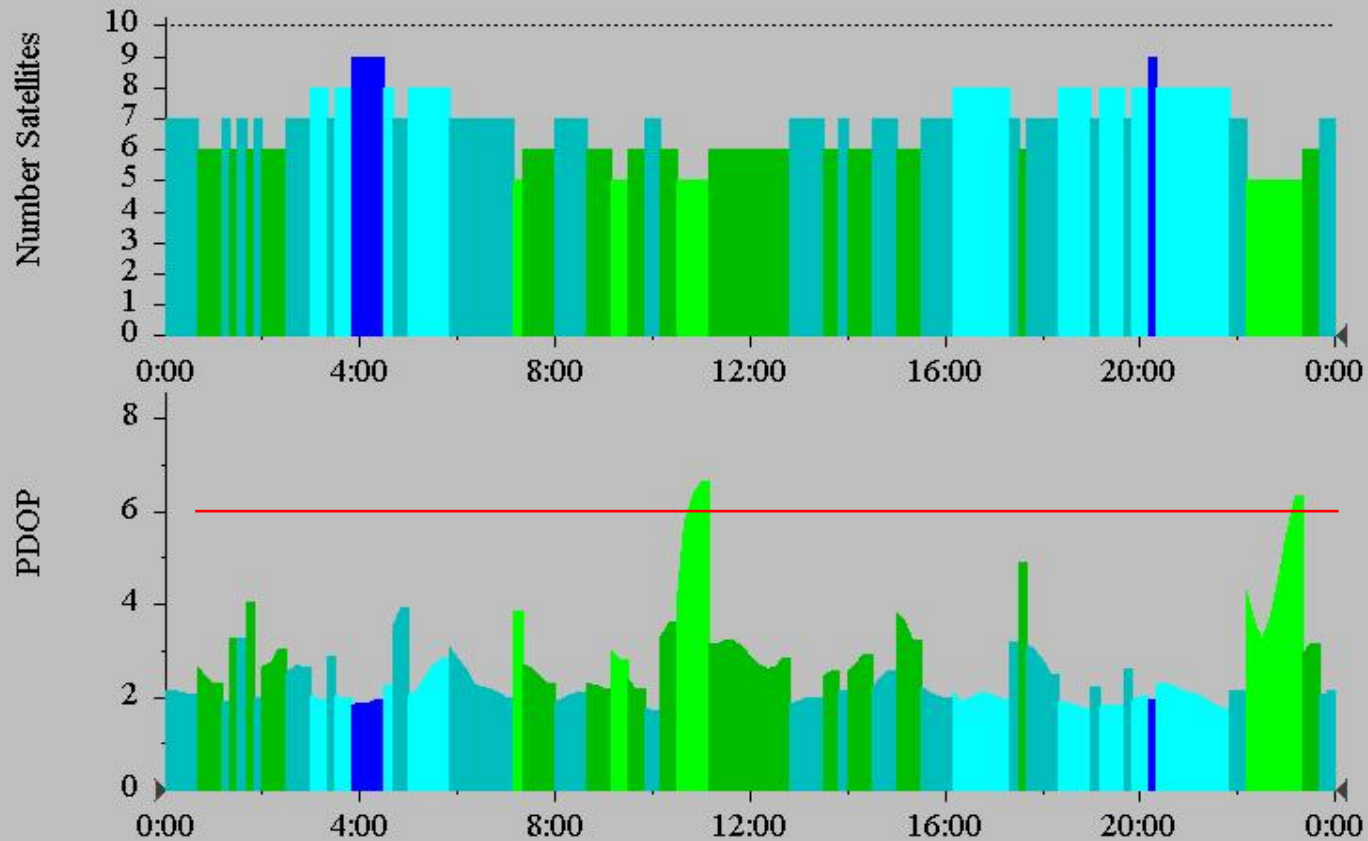
555 canales



Leica, 2016

# Sistema GPS

## Disponibilidad de satélites con 24 SV's

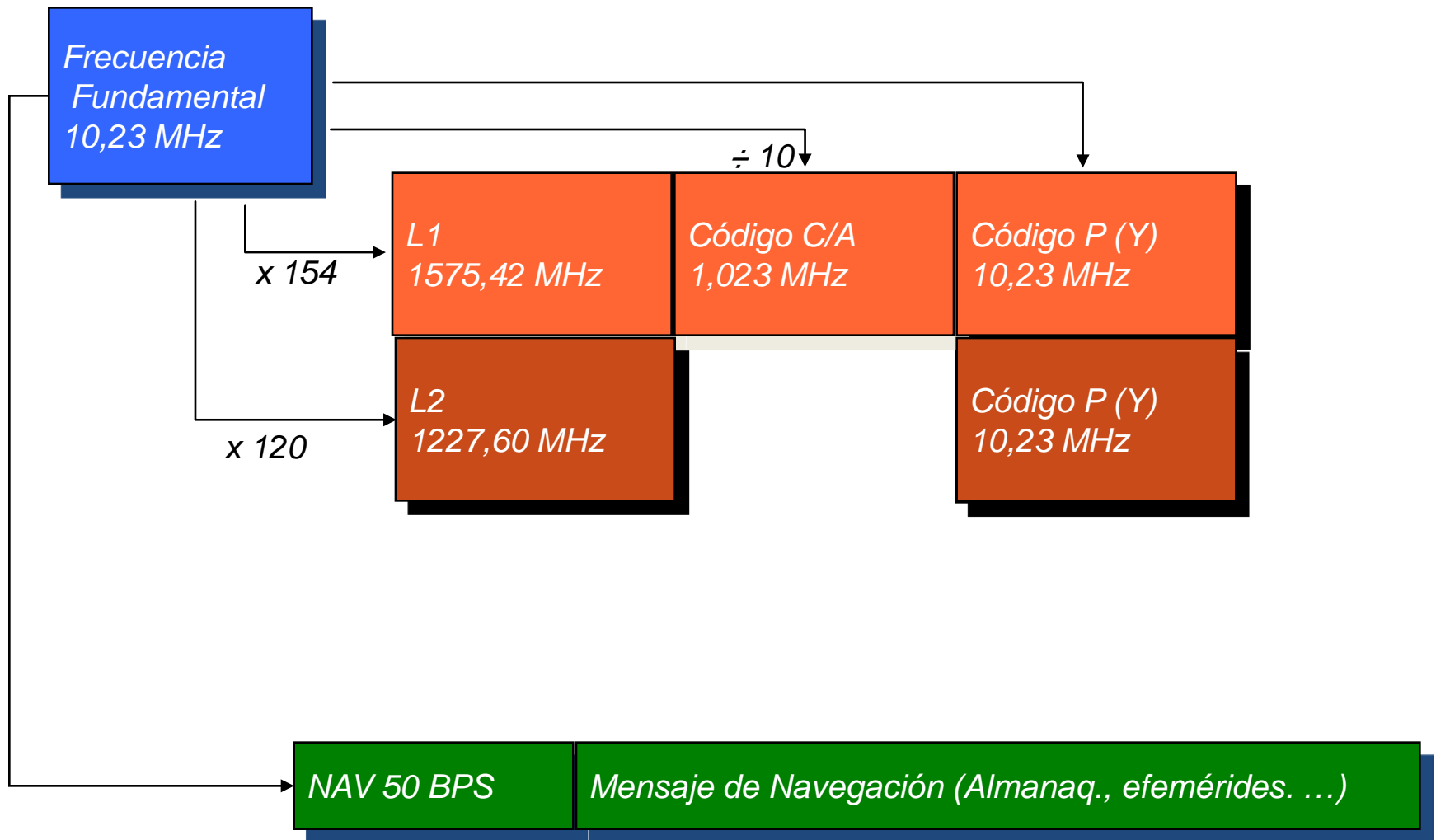


Point: EUITO  
Lat 40:26:48 N Lon 3:41:15 W  
Date: Thursday, 04 de July de 2002  
Threshold Elevation 15 (deg)

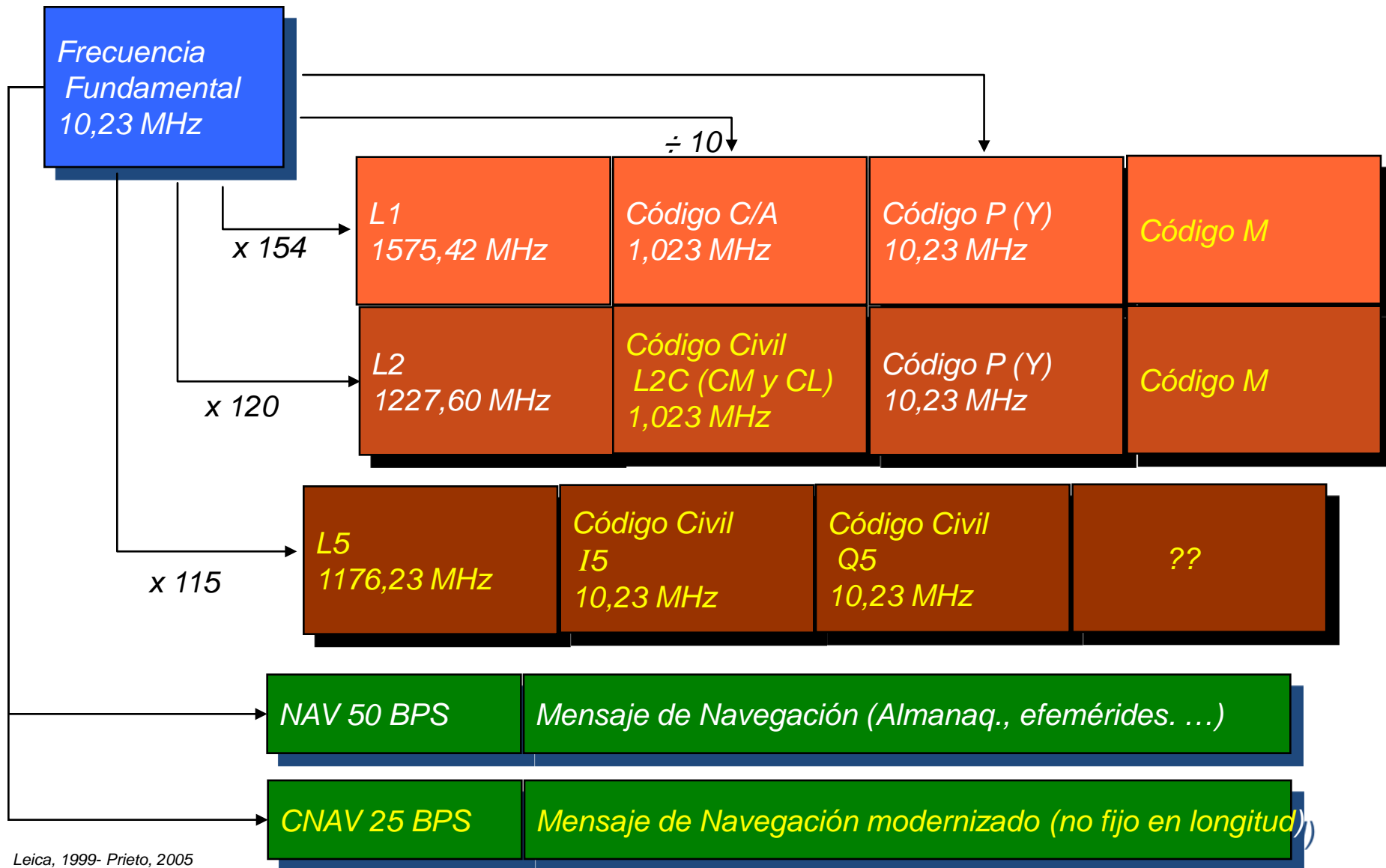
Prieto, 2002



# Sistema GPS Estructura de las señales



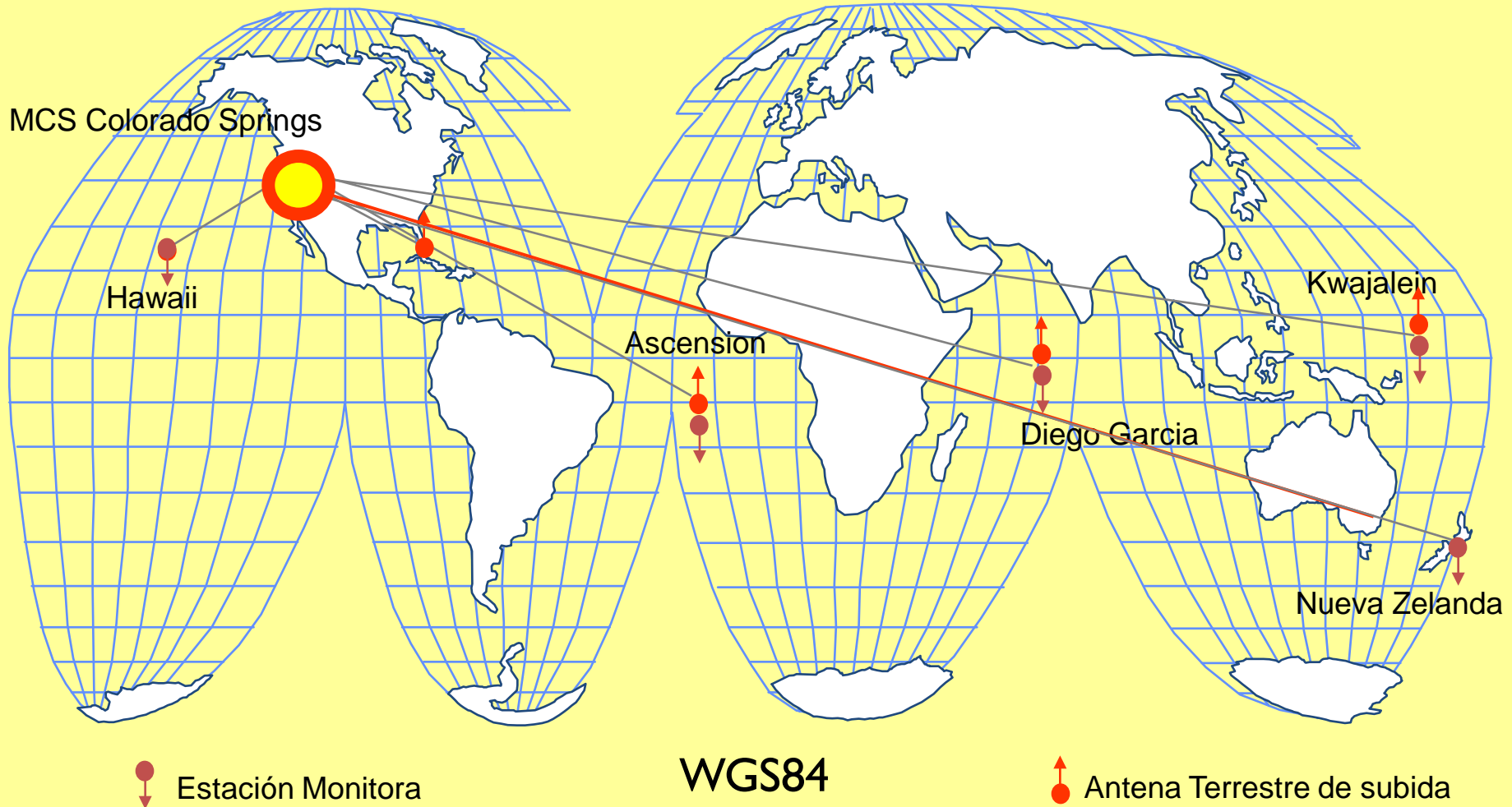
# Sistema GPS Evolución de las señales



# Sistema GPS

## Sistema de Control y Monitorización

Estaciones de Control y Seguimiento

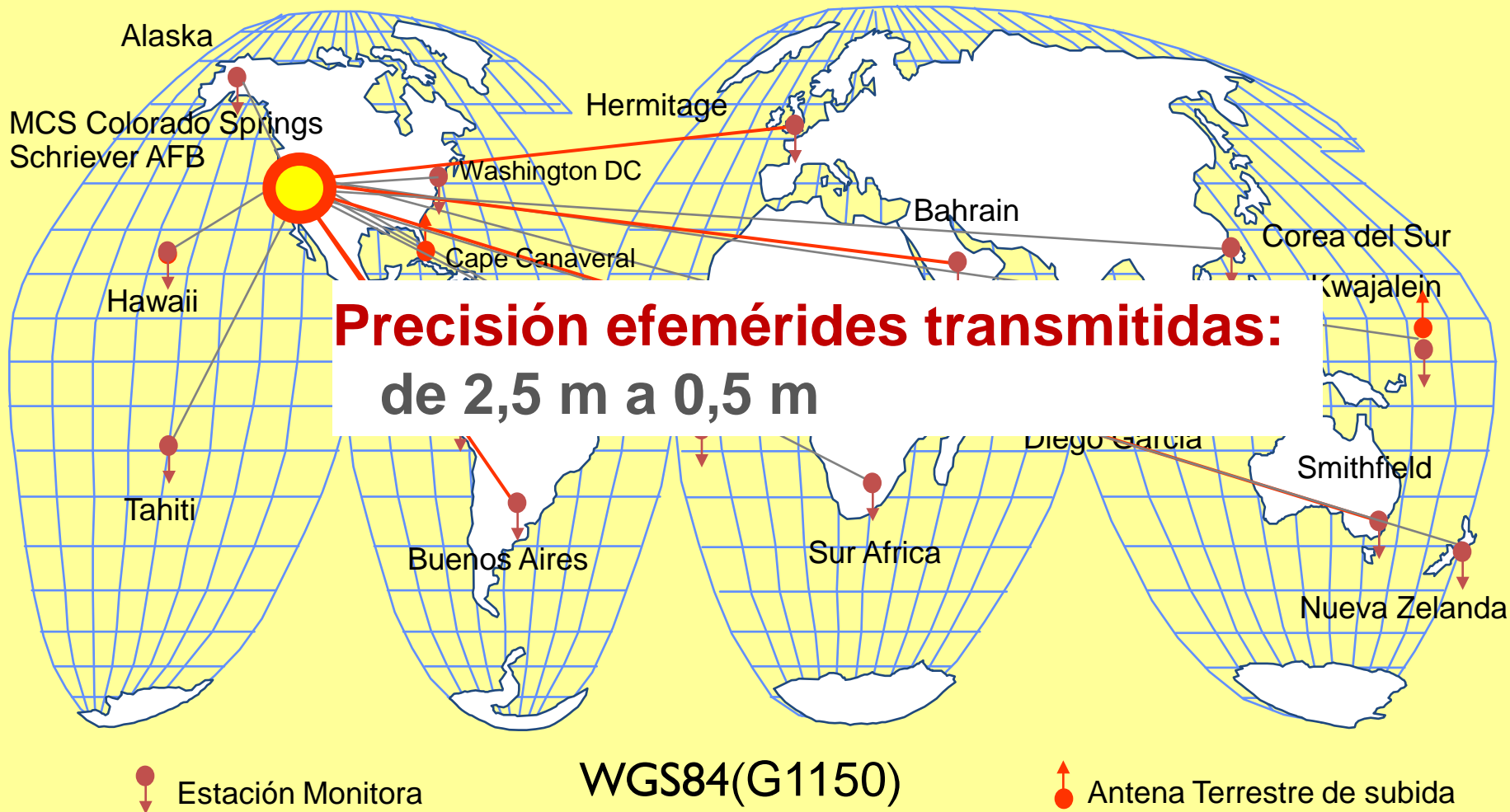




# Sistema GPS

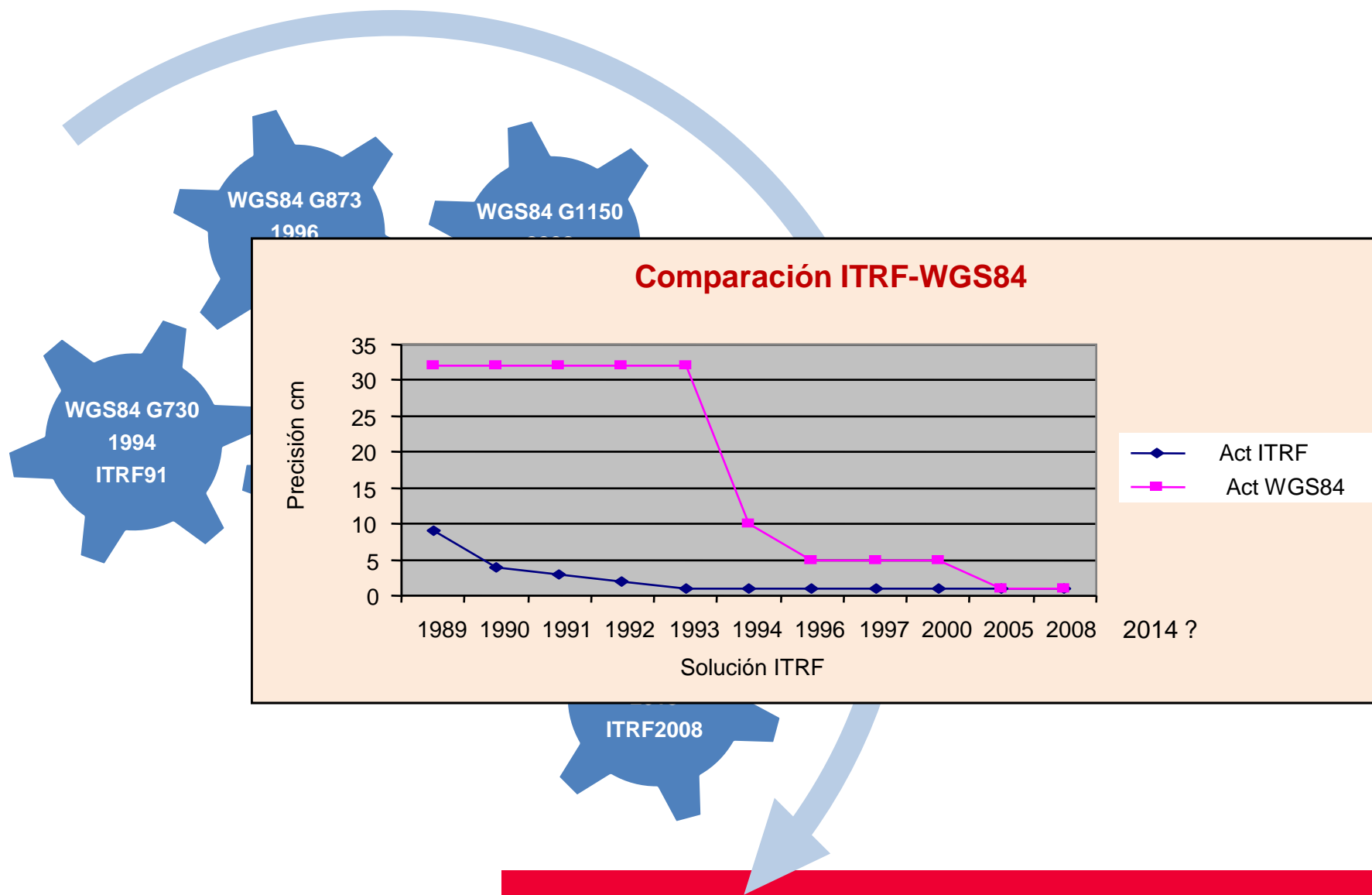
## Evolución del Sistema de Control

### Estaciones de Control y Seguimiento



# Sistema GPS

## Evolución del Marco de Referencia Geodésico



# Nuevos Sistemas    Nuevas constelaciones

## Carácter GLOBAL

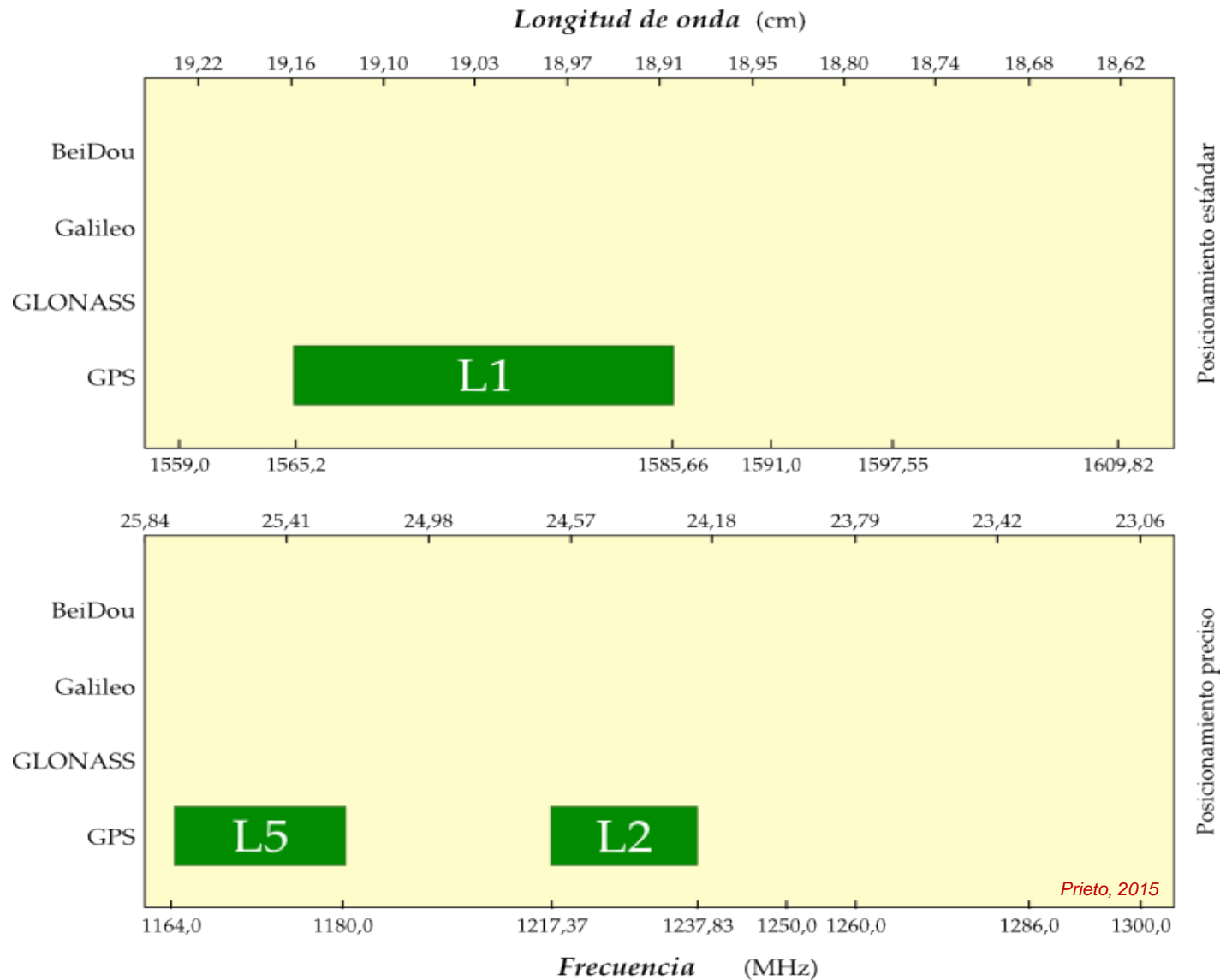


## Carácter Regional

- QZSS (Japón)
- IRNSS (India)
- .....

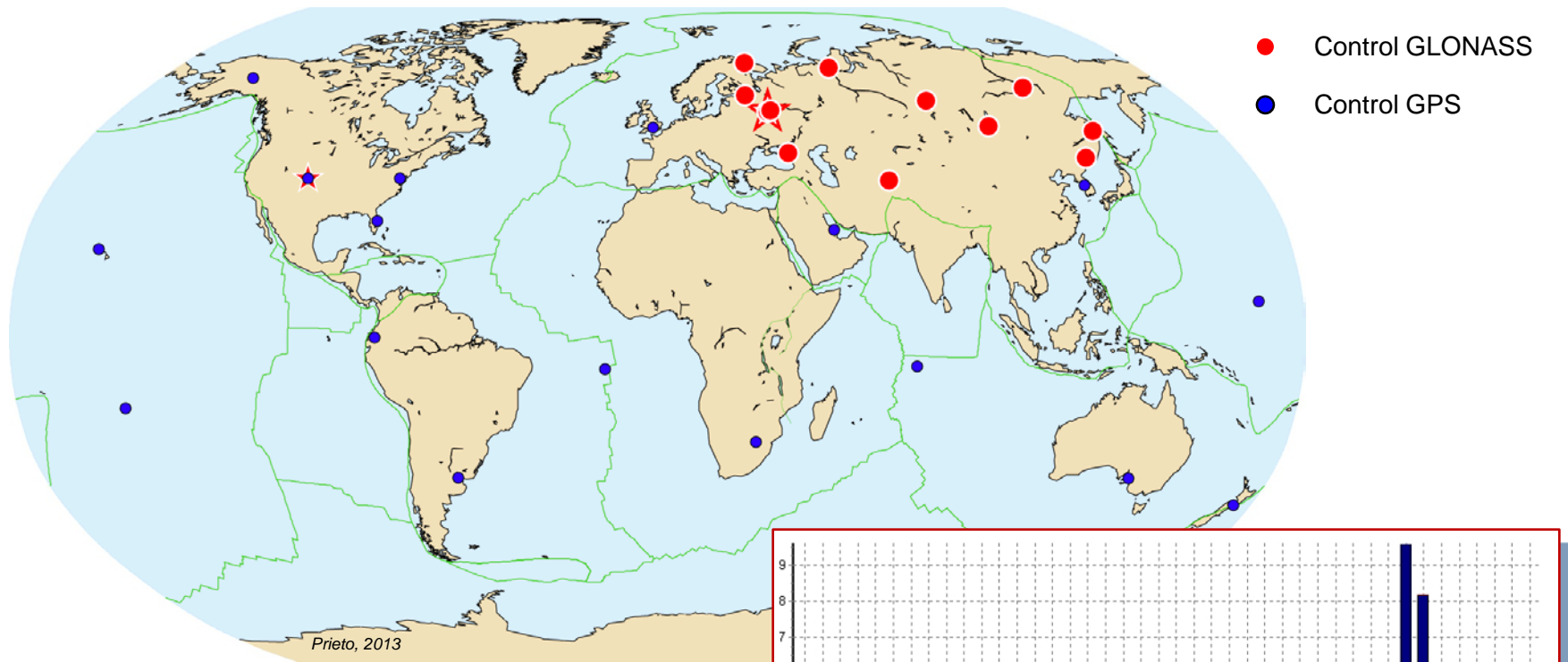


# Nuevos Sistemas    Nuevas frecuencias

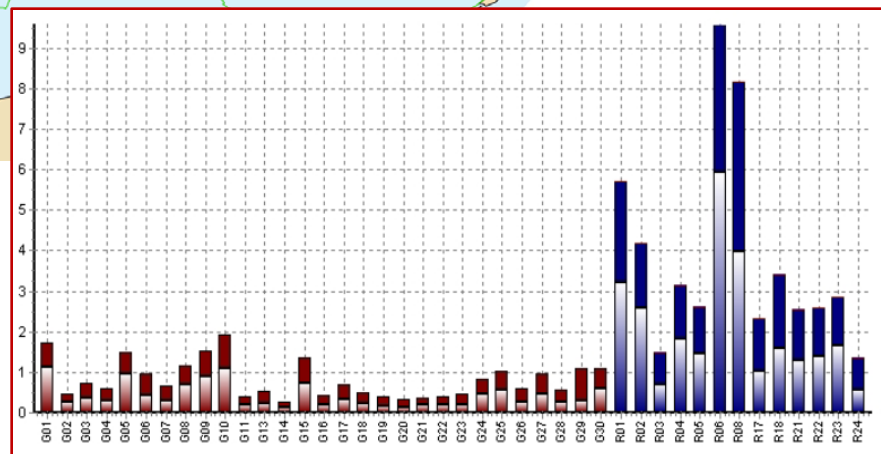


# Sistema GLONASS

## Evolución del Sistema de Control



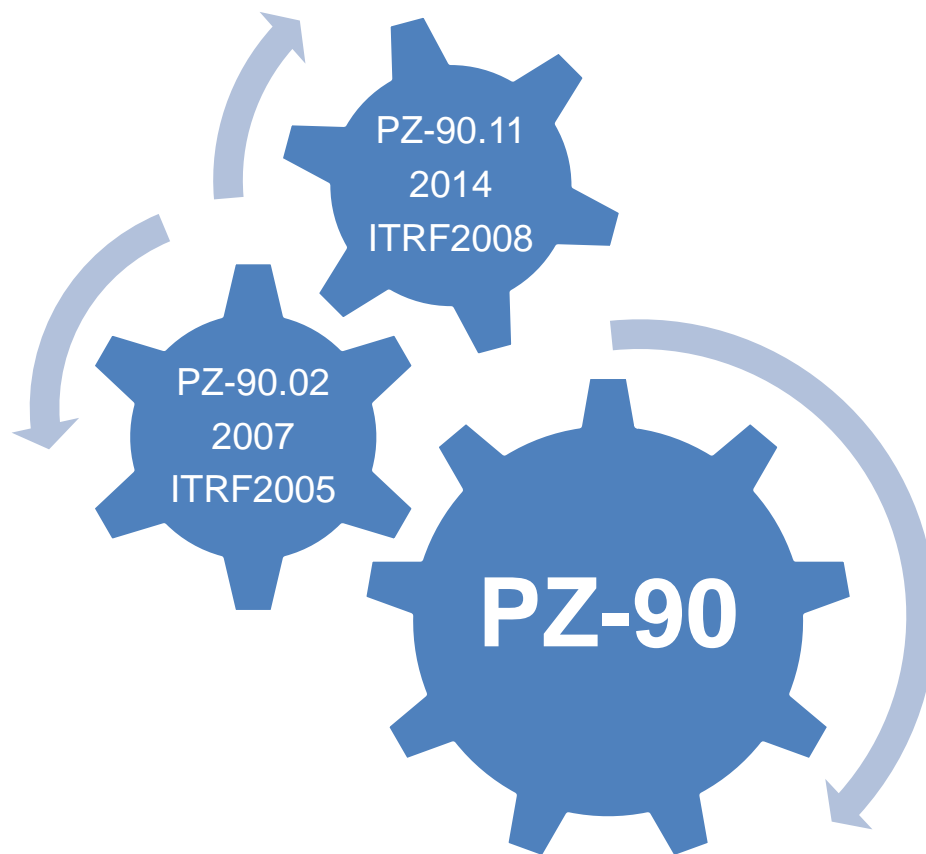
Krasnoznamensk	Murmansk
Golitsyno	Yakutsk
Schelkovo	Zelenchuk
San Petersburgo	Vorkuta
Komsomolsk Amur	Ulan-Ude
Yeniseisk	Ussuriysk
	Nurek



Revnivkh, 2010

# Sistema GLONASS

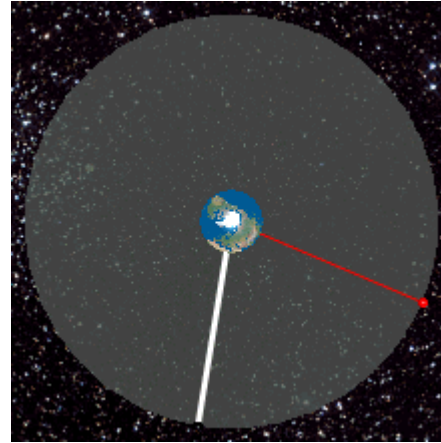
## Evolución del Marco de Referencia Geodésico





# Sistema Galileo

## Evolución

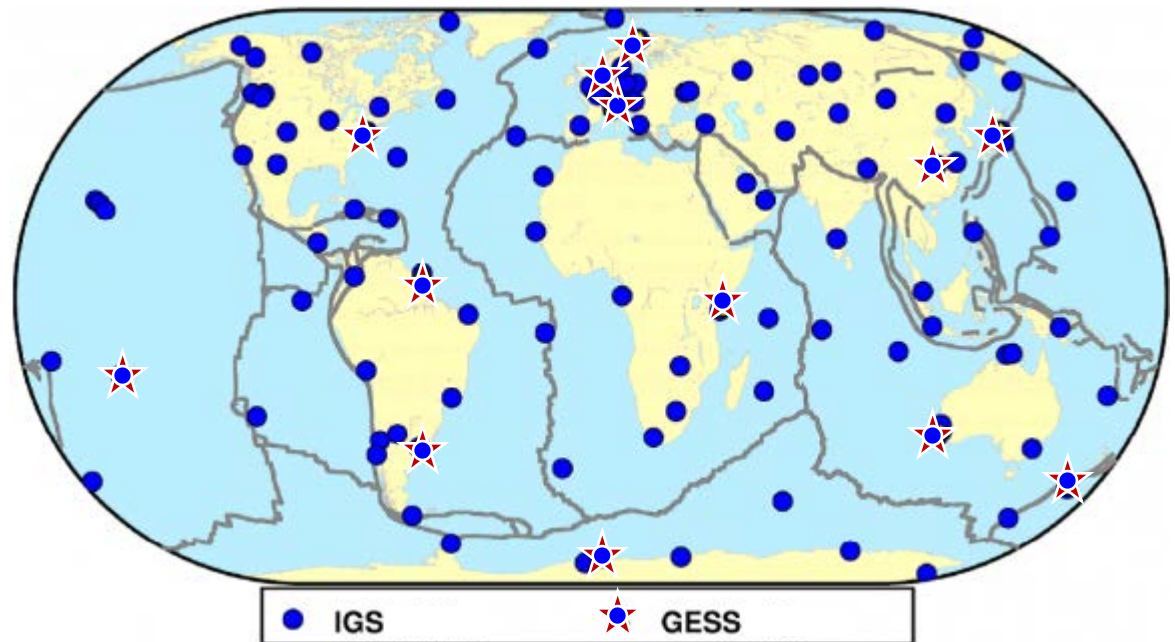


### Satélites

- MEO (GPS, GLONASS)
- GEO

### Marco de Referencia

- GTRF07v00
- GTRF07v01
- GTRF08v01
- GTRF09v01
- GTRF13v01
- GTRF14v01
- Sobre ITRF2008

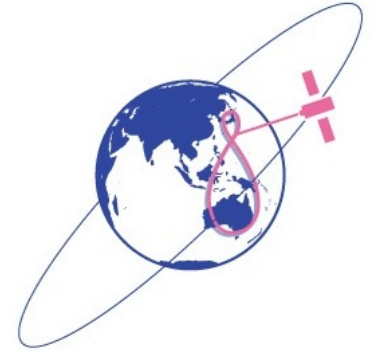


# Sistema BeiDou

## Evolución

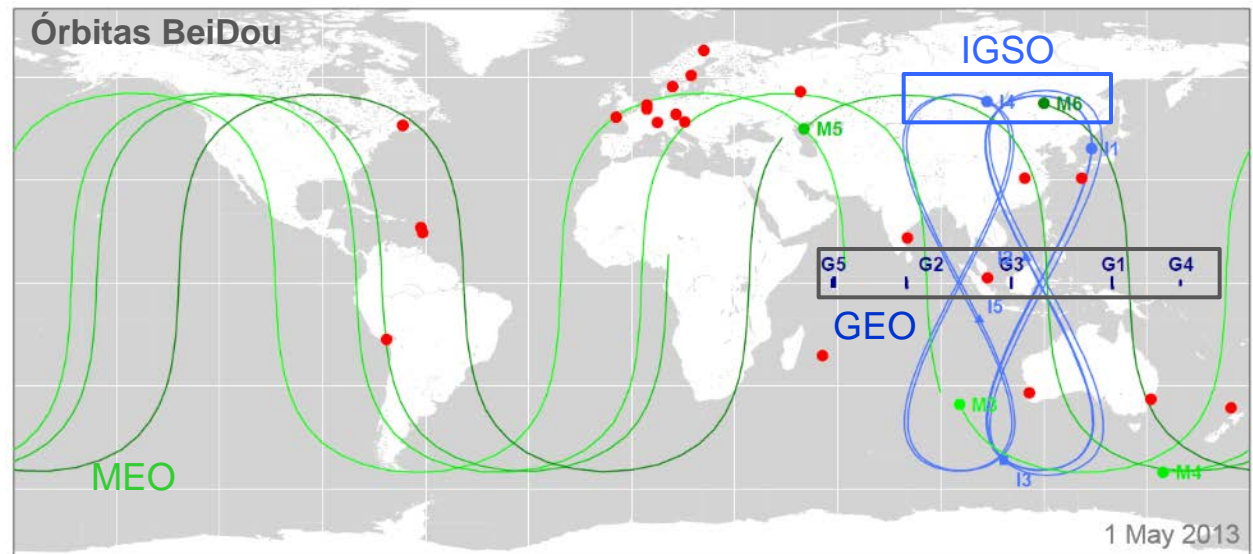
### Satélites

- GEO, geoestacionario
- IGSO, geoestacionario inclinado
- MEO, similar a GPS, GLONASS, Galileo



### Marco de Referencia

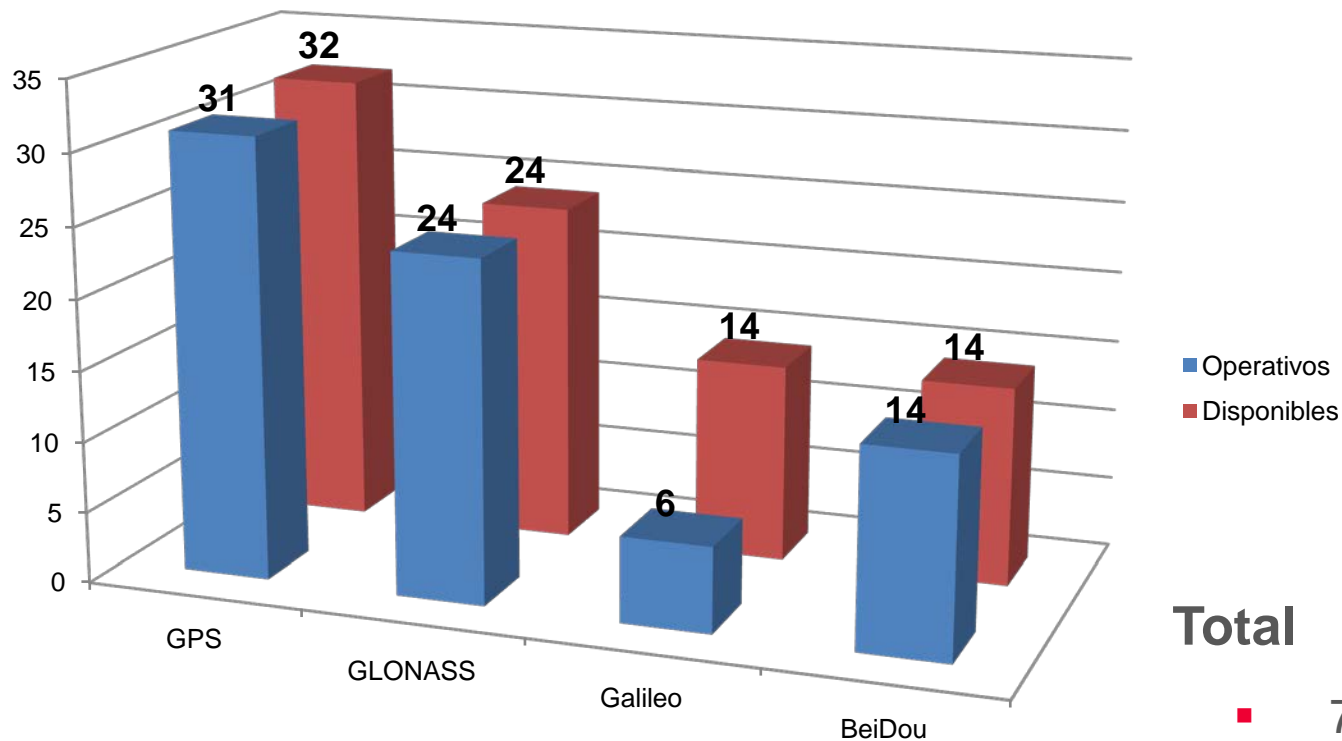
- Sistema :  
CGCS2000
- Marco  
CGS2012  
2014



Montenbruck, 2013

# Status de constelaciones GNSS

## junio, 2016

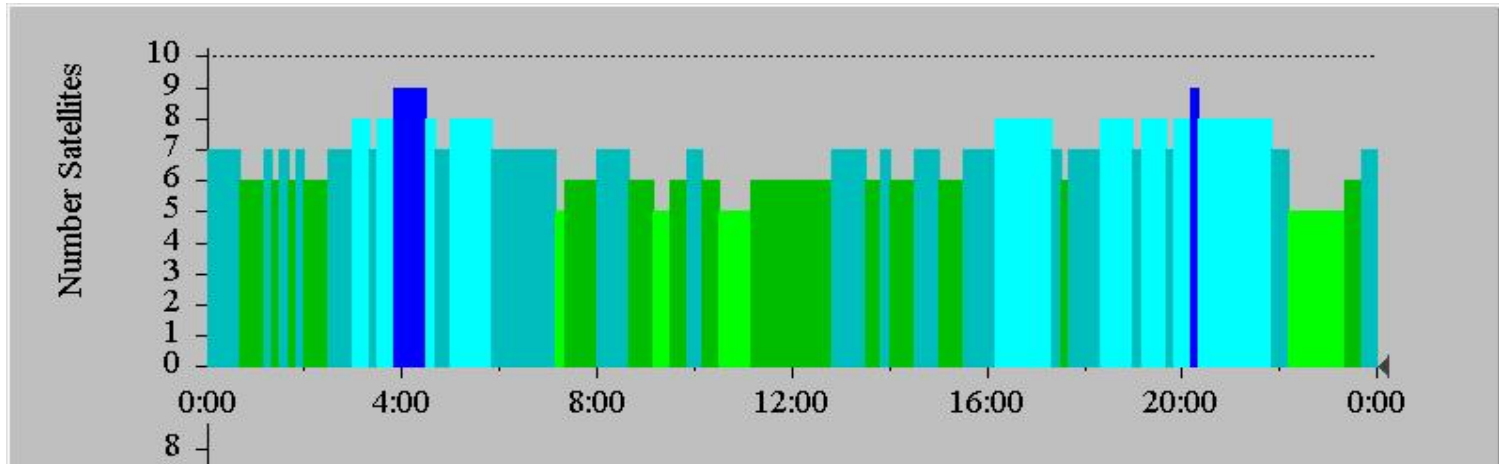


### Total

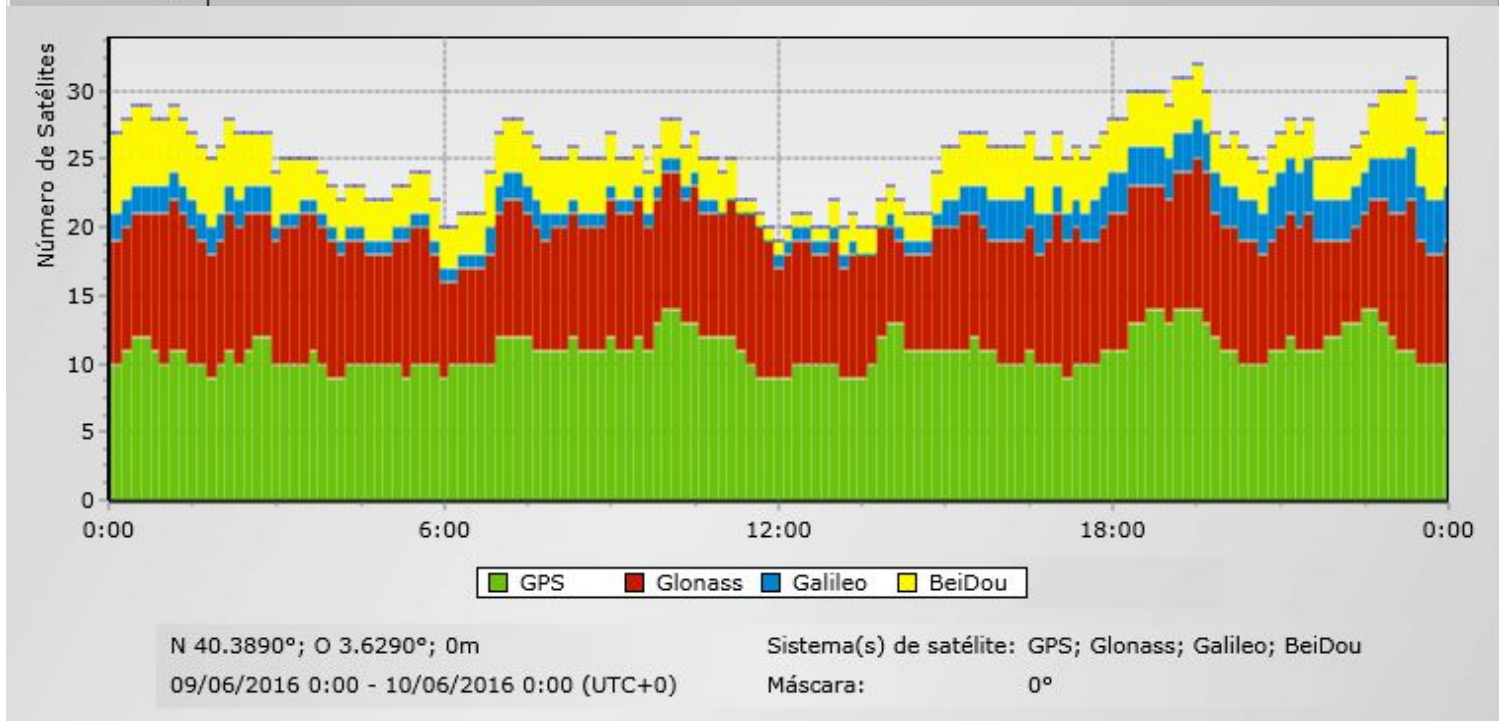
- 74 operativos ,
- 84 disponibles,

# Posicionamiento con 4 constelaciones

2002

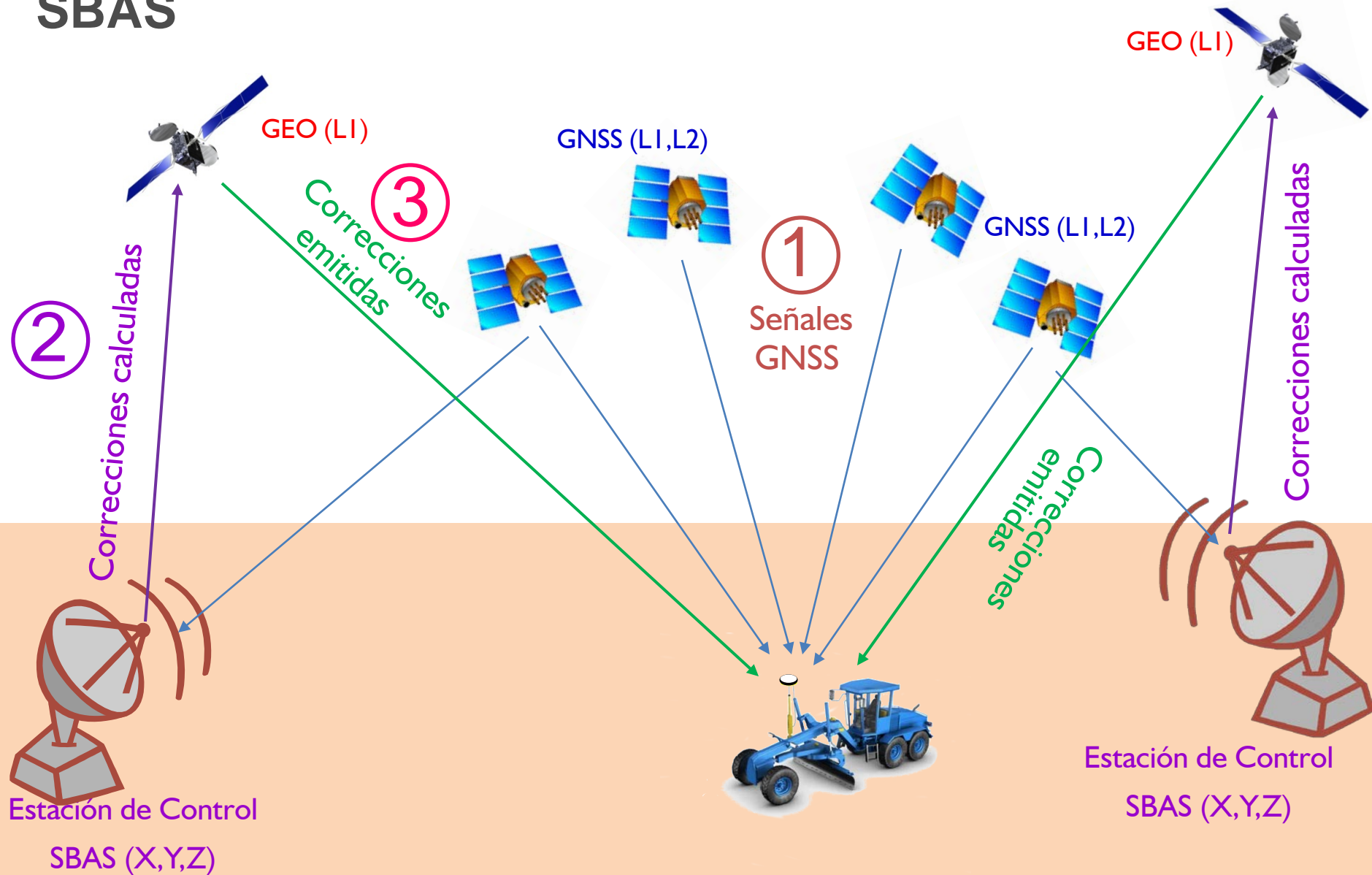


2016



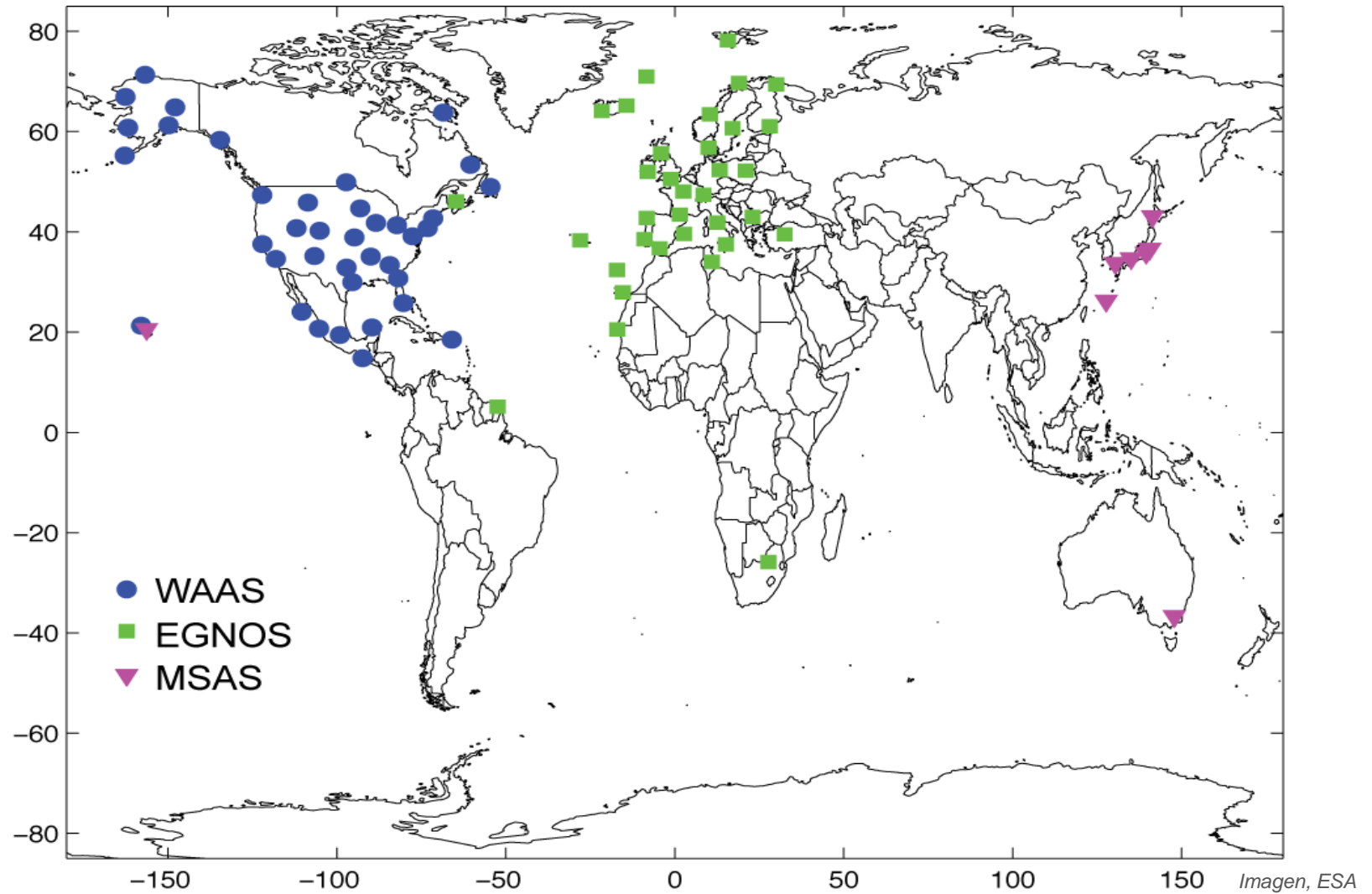


# Sistemas de aumento de la precisión SBAS



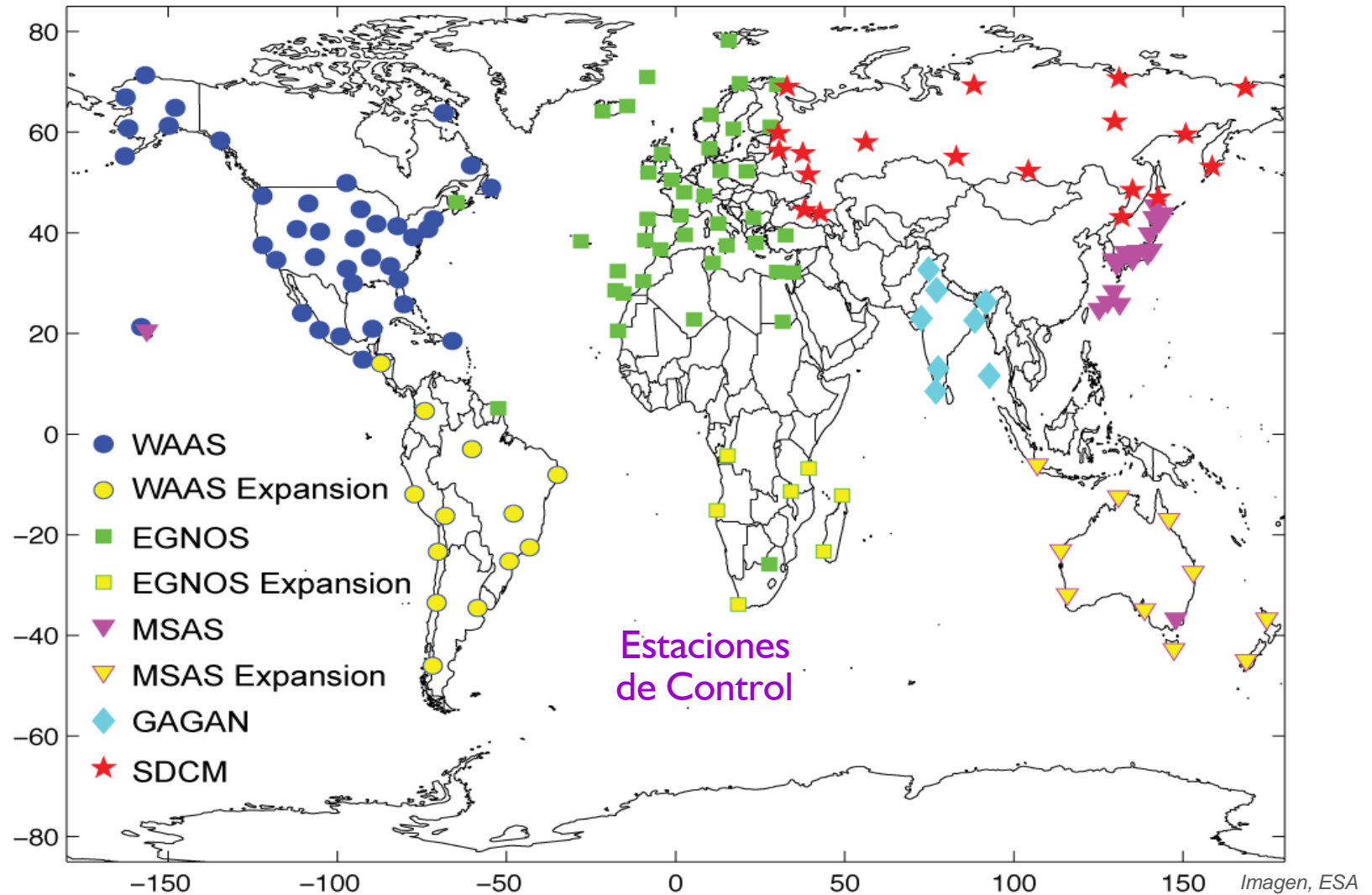
# Sistemas SBAS

## Actuales



# Sistemas SBAS

## Evolución



# Evolución en los métodos de posicionamiento

## Postproceso – RINEX 3

3.02                      OBSERVATION DATA                      M                      RINEX VERSION / TYPE  
 sbf2rin-9.3.3                      20160609 000423 LCL PGM / RUN BY / DATE

VILL                      MARKER NAME  
 13406M001                      MARKER NUMBER  
 AUTOMATIC                      ESA/ESOC                      OBSERVER / AGENCY  
 3001316                      SEPT POLARX4                      2.9.0  
 5166                      SEPCHOKE\_MC                      NONE

4849833.7962    -335049.1807    4116014.8247  
 0.0937                      0.0000                      0.0000

G    9 C1C L1C C1W C2W L2W C2L L2L C5Q L5Q  
 E    8 C1C L1C C5Q L5Q C7Q L7Q C8Q L8Q  
 S    2 C1C L1C  
 R    6 C1C L1C C2P L2P C2C L2C  
 C    4 C1I L1I C7I L7I

G L1C 0.00000  
 G L2W 0.00000  
 G L2L 0.00000  
 G L5Q 0.00000  
 E L1C 0.00000  
 E L5Q 0.00000  
 E L7Q 0.00000  
 E L8Q 0.00000  
 S L1C 0.00000  
 R L1C 0.00000  
 R L2P 0.00000  
 R L2C 0.00000  
 C L1I 0.00000  
 C L7I 0.00000

30.000

2016                      6                      8                      0                      0

0.0000000                      GPS

INTERVAL

TIME OF FIRST OBS

**The following observation descriptors are defined in RINEX Version 3.xx:**

**Type:**

**C** = Code / Pseudorange

**L** = Phase

**D** = Doppler

**S** = Raw signal strength(carrier to noise ratio)

**I** = Ionosphere phase delay

**X** = Receiver channel numbers

**Band:**

**1** = L1 (GPS, QZSS, SBAS)

G1 (GLO)

E2-L1-E1 (GAL)

B1 (BDS)

**2** = L2 (GPS, QZSS)

G2 (GLO)

**5** = L5 (GPS, QZSS, SBAS)

E5a (GAL)

**6** = E6 (GAL)

LEX (QZSS)

B3 (BDS)

**7** = E5b (GAL)

B2 (BDS)

**8** = E5a+b (GAL)

o/l